

METHOD FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR THIN FILM CRYSTAL

Publication number: JP2001288000

Publication date: 2001-10-16

Inventor: KASAI JUNICHI

Applicant: HITACHI LTD

Classification:

- International: C30B29/38; H01L21/205; C30B29/10; H01L21/02; (IPC1-7):
C30B29/38; H01L21/205

- European:

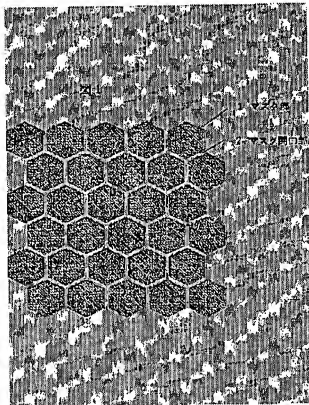
Application number: JP20000106696 20000404

Priority number(s): JP20000106696 20000404

Report a data error here

Abstract of JP2001288000

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for producing a semiconductor thin film crystal having a low dislocation density in an epitaxial growth on a substrate having largely different lattice constant. **SOLUTION:** The selective growth of the semiconductor thin film crystal is carried out by forming a mask pattern for the selective growth into the one obtained by arranging root forms having symmetric properties corresponding to the crystal structure of the substrate in parallel at a proper interval.



Data supplied from the esp@oener database - Worldwide

Partial Translation of JP 2001-288000

Publication Date: October 16, 2001

Application No.: 2000-106698

Filing Date: April 4, 2000

Applicant: HITACHI LTD.

Inventor: Junichi KASAI

[0017]

When the thin film crystal produced as mentioned above was observed using an optical microscope, the surface morphology thereof was smooth and good. The density of pits seen on the surface on the grown crystal showed that the dislocation density in the crystal formed on the mask was equal to or smaller than 10^4 cm^{-2} .

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	7-73-D* (参考)
C 3 0 B 29/38		C 3 0 B 29/38	D 4 G 0 7 7
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 3 F D)

(21) 出願番号 特開2000-106998(P2000-106998)

(22) 出願日 平成12年4月4日 (2000.4.4)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 葛西 淳一

東京都国分寺市東蔵ケ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 100075095

弁理士 作田 康夫

Fターム(参考) 4G077 AA03 BE15 DB08 EU08 EF03

BA02

5F045 AA03 AB14 AC08 AC12 AD09

AD14 AE25 AF02 AF03 AF09

CB01 DA53 DB04 BA03

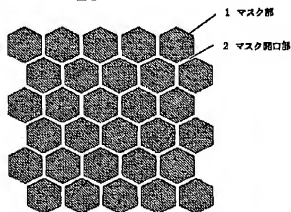
(54) 【発明の名称】 半導体薄膜結晶の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 格子定数の大きく異なる基板上へのエピタキシャル成長において、低転位密度の半導体薄膜結晶の製造方法を提供する。

【解決手段】 選択成長用のマスクパターンを、基板の結晶構造と一致させた対称性を持つ基本形のある適当な間隔で平行に並べたものとし、半導体薄膜結晶の選択成長を行う。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 格子定数の異なる基板への半導体薄膜結晶のエピタキシャル成長において、選択成長に用いるマスクパターンを、基板の結晶構造の対称性に一致させた基本形を有する適当な間隔で平行に並べたものにすることを特徴とする半導体薄膜結晶の製造方法。

【請求項2】 窒化物半導体の薄膜結晶のエピタキシャル成長において、選択成長に用いるマスクパターンを、基板の結晶構造の対称性に一致させた正六角状の基本形を有する適当な間隔で平行に並べたものにすることを特徴とする窒化物半導体薄膜結晶の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、基板と格子定数の異なる半導体薄膜結晶を積層させるエピタキシャル成長技術分野に係わり、特に窒化物半導体薄膜結晶の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 格子定数の大きく異なる基板上に半導体薄膜結晶をエピタキシャル成長させると、格子定数の大きな差から成長結晶には基板を起原とした転位が非常に多く発生する。この転位を低減させる方法の一つとして選択横方向成長法がある。

【0003】 この成長法は、基板上に直接、または緩衝層を堆積させたものにマスクを施し、基板と結晶とが直接につながる部分をマスクの開口部分に限定し、選択的に成長させる方法である。この選択成長では、結晶は基板と縦方向に成長する他にも、マスク上の横方向にも成長する。このとき、横方向成長したマスク上の結晶が基板と縦方向に直接にはつながっていないため、基板を起原とした転位は横方向に成長した結晶にまでは伸びない。その結果、マスク上の横方向に成長した結晶では転位が大幅に減少する。

【0004】 たとえば、青色領域での発光・受光素子の材料として注目されているGaNなどの窒化物半導体では、現状で利用できる基板の格子定数が成長結晶とは大きく異なる。このため、窒化物半導体薄膜結晶のエピタキシャル成長では、サファイア (Al_2O_3) などの基板上に SiO_2 などのストライプ型マスクパターンを形成し、MOCVD (有機金属気相成長) 法などによりGaNなどの結晶を選択成長している。

【0005】 このようにして成長した結晶を透過電子顕微鏡などにより観察してみると、マスク開口部では転位密度が従来と同様に 10^6 cm^{-2} 程度であるものが、横方向成長したマスク上の結晶では 10^5 cm^{-2} 程度まで減少していることがわかる。このように、選択横方向成長法を用いるとマスク上の結晶で転位密度を従来法と比べ大幅に減少させることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、基板と成長結

晶の格子定数がほぼ一致していて、実用デバイス用の材料としてよく用いられているGaAs系の結晶では、転位密度は 10^5 cm^{-2} 以下と見積もられている。したがって、基板との格子不整合が大きい材料系でも、実用デバイスとして十分なデバイス特性を実現するためには、結晶の転位密度をさらに低減化することが望まれる。

【0007】 本発明は、これまでの選択横方向成長法を改良し、転位密度をさらに低減化させた半導体薄膜結晶の製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 これまでの選択横方向成長法では、マスクパターンとしてライン状の基本形を有する適当な間隔で平行に並べたストライプパターンが用いられていた。しかし、このマスクパターンの基本形状は基板の結晶構造の対称性とは異なった形をしている。したがって、横方向成長したライン状の結晶には、結晶軸とは異なった方向からストレーンが加わり、ストレーンの異方的な分布が発生する。この異方的なストレーン分布が原因となって、横方向成長結晶に基板を起原とはしない転位が発生していると推測される。

【0009】 そこで本発明では、マスクパターンの基本形状を基板の結晶構造と一致させた対称性を持たせたものにし、この基本形を適当な間隔で平行に並べたものをマスクパターンとする。

【0010】 このようにマスクを形成すると、横方向に成長した結晶に加わるストレーンには結晶軸に対する異方性がなくなる。したがって、横方向成長結晶ではストレーンの異方的な分布が原因となって発生する転位が抑制される。

【0011】 たとえば、窒化物半導体ではやがてライン状の基本形を有する適当な間隔で平行に並べたストライプ状のマスクパターンがこれまでに用いられており、このパターンの基本形は基板や成長結晶の構造が六角対称とは異なった対称性を持つ。そこで本発明では、図1に示すように、選択成長用のマスクパターンの基本形状を、基板や成長結晶の構造の対称性に一致させた正六角形状にし、この基本形を有する適当な間隔で平行に並べたものをマスクパターンとする。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下に、窒化物半導体を用いた実施例で本発明を説明する。図2にサファイア基板へのGaN薄膜結晶の製造工程を示す。結晶成長は減圧MOCVD装置で行った。原料にはTMGa (トリメチルガリウム) と NH_3 を用い、成長圧力は 100 Torr とした。まず、有機洗淨した (0001) 面サファイア基板をMOCVD装置に導入し、この基板を水素気流中 1100°C で10分間加熱クリーニングした。その後、基板温度を 520°C まで下げ、GaN緩衝層を 20 nm 形成し、続いて 1050°C に昇温し、GaN緩衝層を $1 \mu\text{m}$ 形成した。(図2-a)。

【0013】この基板をMOCVD装置より取り出し、つぎにマスク用の SiO_2 膜をプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) 法により200nm堆積させた(図2-b)。この SiO_2 膜を、フォトリソグラフィとドライエッチング(反応性イオンエッチング、反応性ガス: $\text{C}_2\text{F}_4/\text{CHF}_3$)とによりパターンニングし、選択成長用のマスクを形成した。(図2-c)。

【0014】最後に、 SiO_2 マスクを施した基板を再度MOCVD装置に導入し、 NH_3 気流中1050℃で5分間加熱クリーニングしたのち、 GaN を1050℃で10 μm 成長させた(図2-d)。

【0015】選択成長用マスクのパターンとしては、図1のマスクパターン平面図に示すように、サファイア基板の六回対称の結晶構造と同じ対称性を持つ正六角形状の基本形を一定の間隔で平行に並べたものとした。ここで、正六角形マスクの向きは辺が<11-20>方向に平行になるようにした。

【0016】本実施例では、正六角形の一边の長さを2 μm とし、正六角形の間の間隔を0.5 μm とした。なお、これらの一边の長さと同隔は、本実施例での値に比べて大きくてもあるいは小さくてもよい。また、正六角形マスクの向きは<11-100>方向に平行になるようにしてもよい。

【0017】上述のように作製した薄膜結晶を光学顕微鏡により観察してみたところ、その表面モロロジーは滑*

*らかで良好であった。この成長結晶の表面に見られるピットの密度から、マスク上に形成された結晶での転位密度は $10^4/\text{cm}^2$ 以下であることがわかった。

【0018】なお、本実施例では結晶成長装置としてMOCVD装置を用いたが、ハイドライド気相成長装置であってもよい。また、基板としてサファイア基板を用いたが、 SiC 基板やシリコン基板であってもよい。さらに、窒化物半導体として GaN を用いたが、 InGaN など混晶を含む他の窒化物半導体であってもよい。

【0019】

【発明の効果】以上のように、本発明により低転位密度の半導体薄膜結晶が得られる。この結晶は各種のデバイスに適用可能であり、特に窒化物半導体では、紫外から赤色領域までの発光・受光デバイス全般に適用可能であり、その産業上の利用価値には多大なものがある。

【図面の簡単な説明】

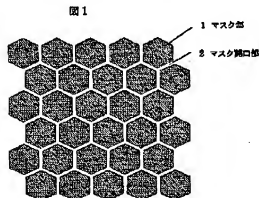
【図1】本発明の一実施例になるマスクパターンの平面図。

【図2】本発明の一実施例の窒化物半導体薄膜結晶の製造工程をしめす断面図。

【符号の説明】

1…マスク部、2…マスク開口部、11…サファイア基板、12… GaN 緩衝層、13… SiO_2 マスク、14… GaN 選択成長層。

【図1】



【図2】

